

CONSIDERAÇÕES SOBRE O GERENCIAMENTO DE DESASTRES A PARTIR DA OCORRÊNCIA DE INUNDAÇÃO/ESCORREGAMENTOS NA REGIÃO DO ALTO SINOS - RS

Maurício Andrades Paixão^{1}, Marcela Nectoux², Amanda Fadel³, Masato Kobiyama⁴*

Resumo – Desastres naturais são eventos adversos que ocorrem sobre regiões vulneráveis, gerando impactos econômicos e sociais. Devido ao regime de chuvas e ao relevo acidentado, a região serrana do sul do Brasil pode ser enquadrada dentre as regiões onde a ocorrência de desastres hidrológicos é bastante frequente. No dia 05/01/2017, um fenômeno hidrometeorológico desencadeou uma série de escorregamentos e inundações na região do Alto Sinos, Serra Gaúcha, sendo o município de Rolante o mais prejudicado, com 7 mil pessoas afetadas. Nos dias 13 e 14 de janeiro, um Grupo de Trabalho formado por técnicos do DRH/SEMA, Sala de Situação SEMA e GPDEN/IPH/UFRGS realizou trabalhos de campo visando obter um diagnóstico dos eventos. O trabalho resultou em um documento intitulado Diagnóstico Preliminar, o qual serviu como base para realizar considerações sobre o gerenciamento de desastres a partir da experiência obtida em Rolante e demais regiões afetadas. Para auxiliar a gestão, é imprescindível que haja maior conhecimento dos perigos aos quais a comunidade está exposta, bem como maior participação da comunidade nas etapas de gerenciamento de desastres e rápida ação governamental quando da ocorrência de eventos extremos.

Palavras-Chave: Gerenciamento de Desastres, Escorregamentos, Inundações.

DISASTER MANAGEMENT CONSIDERATIONS FROM FLOOD/ LANDSLIDE EVENTS IN ALTO SINOS REGION –RIO GRANDE DO SUL STATE

Abstract – Natural disasters are adverse events that occur in vulnerable regions, generating economic and social impacts. Due to the rainfall regime and steep slope, the mountainous region of southern Brazil can be classified among the sites where the occurrence of hydrological disasters is quite frequent. On January 5, 2017, a hydrometeorological phenomenon triggered a series of landslides and floods in the Alto Sinos region of Serra Gaúcha (Rio Grande do Sul State), with the municipality of Rolante being most affected, with 7,000 people afflicted. On January 13 and 14, a Working Group composed of DRH/SEMA technicians, SEMA Situation Room and GPDEN/IPH/UFRGS carried out a diagnosis of the events in field. The work resulted in a document entitled Preliminary Diagnosis, which served as the basis for disaster management considerations derived from the experience obtained in Rolante and other affected regions. To reinforce management, it is imperative that there is greater awareness of the hazards to which the community is exposed, as well as greater community participation in the disaster management stages and rapid governmental action when extreme events occur.

Keywords – Disaster management, Landslides, Floods.

^{1*} Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), mauricio.paixao@ufrgs.br

² Sala de Situação SEMA RS, marcela.nectoux@gmail.com

³ Departamento de Recursos Hídricos - SEMA RS, amanda-fadel@sema.rs.gov.br

⁴ Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), masato.kobiyama@ufrgs.br.

INTRODUÇÃO

No mundo inteiro, os desastres naturais têm apresentado um aumento de frequência, em especial os desastres hidrológicos, associados à dinâmica da água. Este aumento no número de ocorrências pode estar associado a diversos fatores, segundo Kobiyama *et al.* (2006), dentre estas merece destaque o mau planejamento e utilização das bacias hidrográficas pelo homem. A ocupação e utilização de bacias hidrográficas nas regiões montanhosas têm sido intensificadas, sendo percebido desordenamento territorial, uma vez que a ocupação não é bem planejada nestes locais (KOBİYAMA *et al.*, 2016).

No dia 05 de janeiro de 2017, a ocorrência de um evento hidrometeorológico extremo na região do Alto Sinos culminou em vários escorregamentos na região do município de São Francisco de Paula e inundações entre Rolante e Taquara, todos localizados na região serrana do estado do Rio Grande do Sul. Além disso, como consequência deste evento, ocorreu a interrupção do abastecimento de água em pelo menos cinco municípios localizados a jusante da região afetada, na bacia hidrográfica do rio dos Sinos. O município de Rolante foi o mais atingido e, segundo estimativas da Defesa Civil municipal, os prejuízos foram estimados em R\$70 milhões (G1, 2017).

No âmbito da lei 12.608 de 2012, que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) (Brasil, 2012), o presente artigo tem como objetivo apresentar considerações acerca do gerenciamento de desastres naturais, a partir da ocorrência do evento extremo na região do Alto Sinos e da atuação do Grupo de Trabalho formado entre técnicos do Departamento de Recursos Hídricos e da Sala de Situação da Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do estado do Rio Grande do Sul (DRH/SEMA), e do Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (GPDEN/IPH/UFRGS). Tais considerações podem servir para melhor gerir as quatro etapas de gerenciamento de desastres apresentadas na PNPDEC, a citar, prevenção, preparação, resposta e reconstrução, e contribuir para a redução dos desastres naturais, especialmente nas regiões montanhosas.

O EVENTO

No dia 05 de janeiro de 2017 (quinta feira), ocorreram precipitações extremas e bem localizadas na região do Alto Sinos, especialmente na bacia do rio Mascarada que é afluente do rio Rolante. Considerando-se apenas os dados oficiais do INMET, a precipitação média na região no dia do evento foi aproximadamente de 50 mm. Porém, a partir da avaliação *in loco* do evento afirmou-se que este valor esteja subestimado devido à magnitude dos danos que ocorreram na bacia do rio Rolante.

As fortes chuvas atingiram a região entre 14 e 18h, sendo que a partir das 19h têm-se relatos de verificação da elevação abrupta dos níveis dos rios Mascarada e Rolante. Às 23h observou-se o pico de inundação brusca na cidade de Rolante. Relatos de moradores afirmam que os níveis da água se elevaram rapidamente, diferente de outros eventos que normalmente ocorrem na cidade, causando uma sequência de danos (Figura 1). A principal estrada de acesso à cidade (RS-239) foi interditada devido à inundação e moradores de diversas localidades ficaram ilhados. Foi apenas no início da manhã no dia 06 que as atividades de busca e salvamento foram encerradas e os moradores resgatados. Ao todo, em torno de 7 mil pessoas foram afetadas apenas no município de Rolante (G1, 2017).



Figura 1 – Danos causados pelo desastre no município de Rolante/RS: (a) na localidade de Mascarada; e (b) próximo à zona urbana do município.

Devido à inundações ter superado o que normalmente é observado na região, surgiram entre moradores diversas hipóteses para as suas causas, como ocorrência de tromba d'água, rompimento de um açude na cabeceira do rio Rolante e precipitação intensa não registrada no município.

ACÇÕES PARA AVALIAÇÃO

Visando caracterizar os eventos ocorridos e realizar um diagnóstico preliminar do desastre, o Grupo de Trabalho formado permaneceu em campo entre os dias 13 e 14 de janeiro de 2017. A equipe foi complementada com técnicos das regiões afetadas, das prefeituras municipais de São Francisco de Paula e de Rolante, do Batalhão de Aviação da Brigada Militar, do 2º Pelotão de Polícia Ambiental da Brigada Militar e dos membros da Igreja Luterana em Rolante, formando assim uma equipe de mobilização com profissionais de todas as esferas: federal, estadual e municipal.

No dia 13 de janeiro (sexta-feira), o início dos trabalhos de campo se deu com a realização de três sobrevoos de helicóptero para reconhecer as áreas atingidas, possibilitando uma melhor compreensão da magnitude do evento. O primeiro sobrevoos já possibilitou descartar a hipótese inicialmente levantada na comunidade de que o rompimento de um açude teria contribuído para os danos. Foi verificado que não ocorreu nenhum rompimento de açude e que o pequeno rompimento reportado era fora da bacia do rio Rolante. Assim, foi confirmada impossibilidade da hipótese de que o rompimento teria causado esse desastre.

Ainda, durante outro sobrevoos, verificou-se a evidência de diversos escorregamentos translacionais no trecho médio do rio Mascarada (Figura 2a) com possibilidade de formação de barramentos naturais ao longo dos principais corpos hídricos, oriundos destes escorregamentos. Igualmente, observaram-se os estragos causados pela inundações, como destruição de casas, terrenos agrícolas e áreas de preservação permanente (Figura 2b). Posteriormente, o Grupo de Trabalho foi separado em três equipes, sendo uma para atuar na área dos escorregamentos, uma para atuar na área de inundações e a outra para buscar informações sobre medição de precipitação feita por agricultores. Os trabalhos seguiram ao longo do dia 13 e todo o dia 14 de janeiro de 2017.

A equipe que trabalhou na área dos escorregamentos buscou identificar as zonas de iniciações, de transporte e de deposição de sedimentos. Foram obtidas imagens aéreas a partir do uso de VANT, que guiaram o trabalho em campo no dia seguinte. No dia 14, parte da equipe percorreu uma trilha desde a cabeceira dos grandes escorregamentos até o leito do rio, a fim de verificar a formação de barramentos naturais e compreender a deposição de sedimentos oriundos dos escorregamentos ao longo do canal, ou seja, confirmar a existência da conectividade

hidrossedimentológica. Verificou-se que ainda existia muito material acumulado no leito do rio e que ainda não havia sido carreado para jusante pelo rio. Também se cogitou mais fortemente a ocorrência de barramento natural devido aos escorregamentos com posterior ruptura de barragem (Figura 3). No entanto, para confirmação desta hipótese, é necessário mais tempo para trabalho em campo e vistoria nos possíveis locais imediatamente após a ocorrência do desastre.

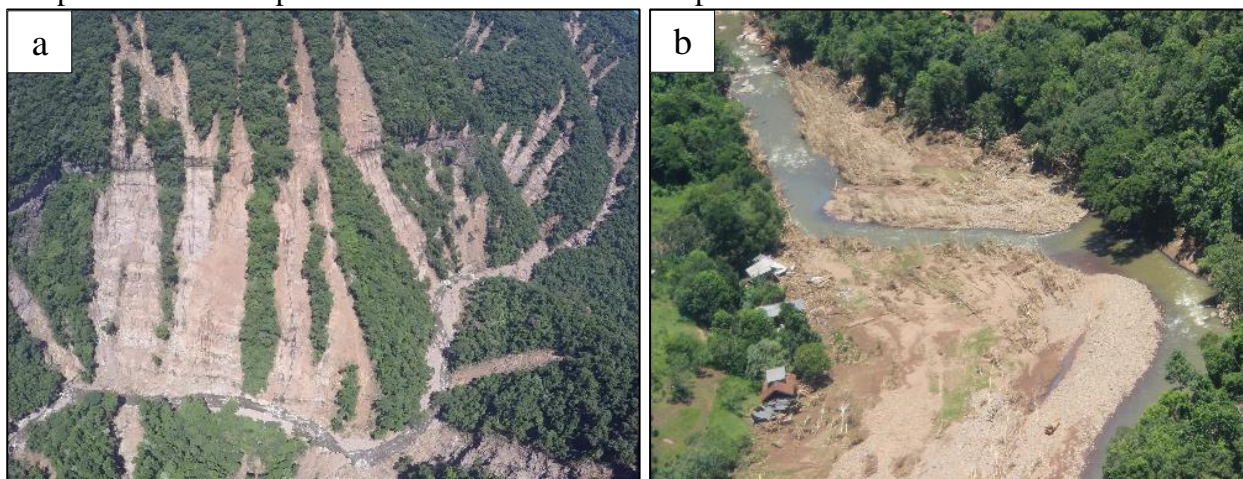


Figura 2 – Desastre na região do Alto Sinos: (a) área dos escorregamentos em São Francisco de Paula; (b) causados pela inundação em Rolante.



Figura 3 – Possível local de barramento do rio causado por escorregamentos.

A equipe que atuou na área de Rolante buscou identificar os limites da mancha de inundação, demarcando com um equipamento GPS as coordenadas dos pontos de até onde foi a elevação da água, com o auxílio dos moradores dos locais visitados e de vestígios *in loco*. Além disso, uma vez que não há dados oficiais medidos na região de ocorrência da maioria dos escorregamentos (região em destaque na Figura 4) e que as médias estimadas para o local pelo monitoramento da Sala de Situação terem sido consideradas normais de acordo com as médias climatológicas para a região (em torno de 50 mm), cogitou-se que a precipitação na região dos escorregamentos pudesse ter sido consideravelmente maior em virtude dos estragos observados. Então, a equipe buscou por dados não oficiais de medições, através de agricultores que tinham pluviômetros nas suas propriedades e que mediram a precipitação durante o evento, a fim de comparar os resultados obtidos pelas estações oficiais com os observados na região mais próxima aos escorregamentos (Figura 4).

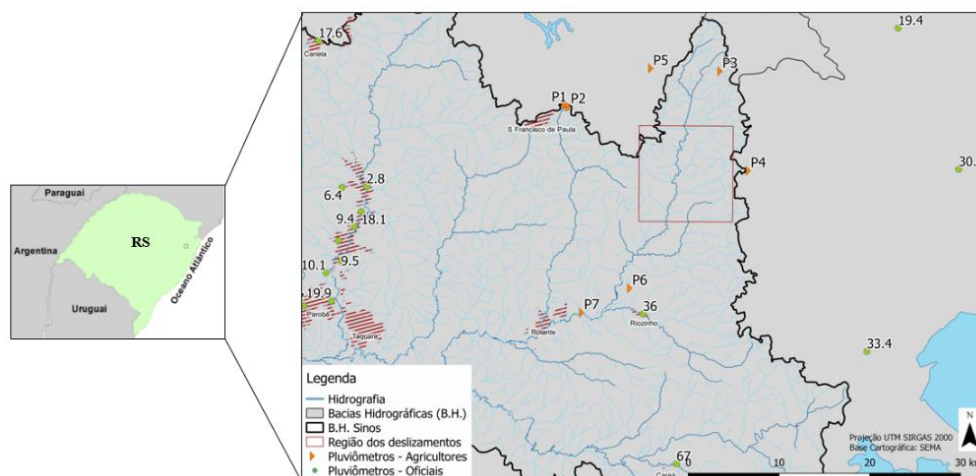


Figura 4 – Localização dos pluviômetros e da região onde ocorreram os escorregamentos. (Modificado de DRH/SEMA e GPDEN/IPH/UFRGS, 2017)

Conforme Tabela 1, os valores de precipitação registrados pelos agricultores foram maiores que os resultados oficiais, à medida que se aproximava dos locais dos escorregamentos. A medição mais próxima aos locais dos escorregamentos (P4) registrou 272 mm em 1h30min.

Tabela 1. Postos pluviométricos utilizados

| Ponto | Precipitação (mm) | Latitude (°) | Longitude (°) |
|-------|-------------------|--------------|---------------|
| P1 | 110 | -29,43 | -50,55 |
| P2 | 180 | -29,44 | -50,54 |
| P3 | 130 | -29,40 | -50,37 |
| P4 | 272 | -29,50 | -50,34 |
| P5 | 100 | -29,40 | -50,45 |
| P6 | 90 | -29,62 | -50,47 |
| P7 | 96 | -29,64 | -50,53 |

A campanha seguiu até o local do suposto açude rompido, na localidade de Rincão dos Kroeff. A possível influência deste rompimento foi desprezível em relação à magnitude do evento que atingiu o município de Rolante, uma vez que o açude não teria porte suficiente para resultar em grande onda de cheia capaz de originar os sinais de destruição. Ainda, o rompimento do açude ocorreu após os danos no município de Rolante já estarem sendo verificados.

Após trabalhos em campo, o Grupo de Trabalho se reuniu no IPH/UFRGS e no DRH/SEMA por diversas vezes. O produto deste trabalho de investigação foi um documento intitulado “Diagnóstico Preliminar” (DRH/SEMA e GPDEN/IPH/UFRGS, 2017). No dia 25 de janeiro de 2017, o resumo desse trabalho foi apresentado pelo diretor do DRH/SEMA, Dr. Fernando Meirelles, em Rolante.

Na elaboração do documento, o Grupo de Trabalho utilizou imagens de satélite *Sentinel-2* obtidas nas semanas seguintes ao desastre, e identificou aproximadamente 350 escorregamentos em uma área de 200 hectares. Destaca-se que, devido à resolução das imagens de satélite, muitos escorregamentos de menor porte que ocorreram em meio à floresta não puderam ser identificados.

Além disso, o Grupo de Trabalho aplicou um modelo geomorfológico *Height Above the Nearest Drainage* (HAND), proposto por Rennó *et al.* (2008), à área de inundação identificada pelo levantamento em campo (Figura 5). Embora existam diversos modelos que mapeiam áreas susceptíveis à inundação, a maioria deles necessita de informações de precipitação e vazão, ou seja,

o monitoramento fluviométrico e pluviométrico. O modelo HAND requer somente a informação topográfica, que pode ser obtida com o MDT, e os pontos de observação de inundação. Assim, DRH/SEMA e GPDEN/IPH/UFRGS (2017) demonstraram a grande vantagem desse modelo nos levantamentos no interior montanhoso, onde normalmente não há a rede de monitoramento.

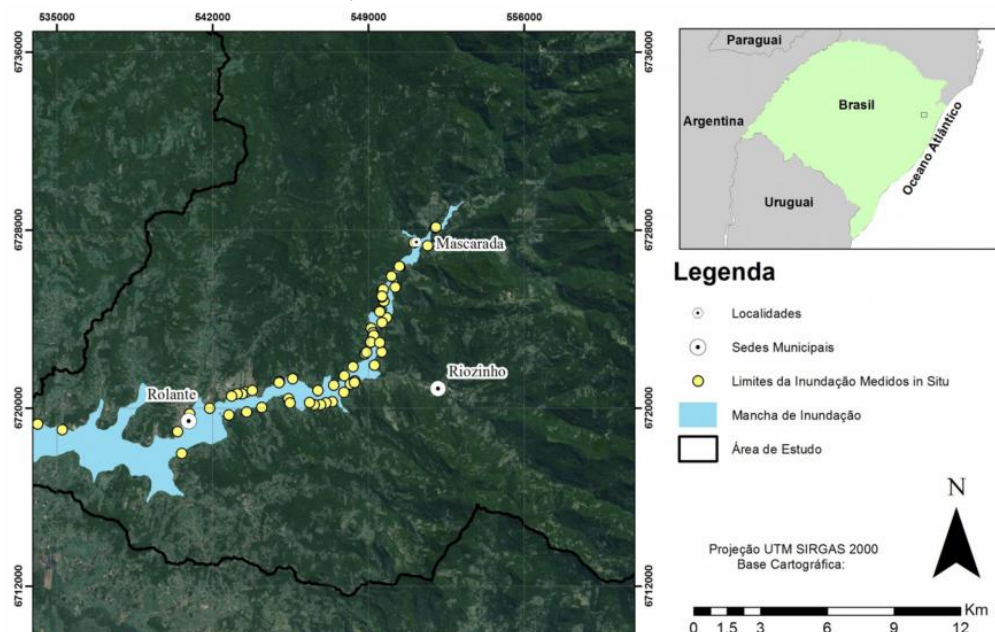


Figura 5 – Mancha de inundação simulada com o uso do modelo HAND e pontos medidos *in situ*: Áreas de inundação observada e simulada. (Modificado de DRH/SEMA e GPDEN/IPH/UFRGS, 2017)

LIÇÕES OBTIDAS PELAS AÇÕES

Os trabalhos desenvolvidos pelo Grupo de Trabalho suscitaram diversas considerações a respeito do gerenciamento de desastres, a citar:

- i) A intensificação da rede meteorológica permitiria uma melhor compreensão do regime pluviométrico. No entanto, tal intensificação apresenta custos elevados de operação e manutenção. Ainda, devido às características do evento meteorológico ocorrido, com a formação de uma célula extremamente localizada de precipitação intensa, seria necessária uma rede muito densa de medições para prever tal fenômeno. No caso do desastre em Rolante, o monitoramento voluntário de agricultores permitiu estimar os valores de precipitação e compreender o quão localizada ela foi. Medidas de baixo custo como distribuição de pluviômetros plásticos e treinamento de agricultores podem ser extremamente úteis no gerenciamento de desastres, especialmente em regiões montanhosas, destacando a importância também da conscientização dos moradores rurais sobre a importância da medição de precipitação.
- ii) É necessário treinar a comunidade local a fim de que os registros das ocorrências possam ser mais precisos. A comunidade deve estar capacitada para descrever corretamente os fenômenos da natureza observados durante o desastre, bem como os horários em que eles aconteceram. Isto possibilita um diagnóstico mais rápido do evento e uma melhor tomada de decisão no gerenciamento do desastre. Os relatos dos moradores foram fundamentais no acompanhamento descrito, uma vez que corroborou inclusive para o descarte da hipótese do rompimento do açude. Através dos relatos do dia do evento, também se pode esquematizar uma linha do tempo do desastre, que otimizou a elaboração das considerações técnicas do Diagnóstico realizado.

- iii) Muitos moradores relataram que não foram comunicados do alerta da Proteção e Defesa Civil e do Corpo dos Bombeiros. Quando acontece uma falha da rede de comunicação por telefone e internet, a comunicação via rádio torna-se muito importante. Desse modo, uma rede de rádio amadora pode ser uma ferramenta para auxiliar na gestão do desastre durante sua ocorrência.
- iv) As hipóteses das causas do evento devem ser imediatamente verificadas, a fim de se evitar que hipóteses sem embasamento perdurem por muito tempo, dificultando o gerenciamento do desastre. Neste caso, conforme verificado, o rompimento do açude na localidade de Rincão dos Kroeff não foi significativo para a ocorrência do desastre em Rolante. Contudo, uma vez que ela foi fortemente suportada pela mídia local, teve de ser plenamente investigada pelo Grupo de Trabalho, até que fosse refutada definitivamente. Para esta situação, o sobrevoo com especialistas e a verificação *in loco* foi fundamental.
- v) A área atingida pelos desastres descritos é uma região sabidamente vulnerável. Contudo, não foi possível emitir um alerta específico para a magnitude e localização do evento ocorrido, dentre outros motivos, pelo estado ainda não possuir um mapeamento conciso de perigo. Para fins de mapeamento de perigo, vulnerabilidade e risco, especialmente para áreas montanhosas na encosta da Serra Geral, são necessários modelos digitais de terreno (MDT) em escala adequada. Sugere-se, portanto, a atualização do MDT do território do RS para escala inferior a 1:5000.
- vi) Recomenda-se a utilização de prédios públicos (como prefeituras ou ginásios municipais de esportes) como centro de operações, centralizando as operações em um único local, o que evita informações cruzadas que podem afetar o gerenciamento do desastre. Além disso, ginásios municipais podem ser utilizados para locais de abrigo. Justamente por isso, possíveis locais públicos para abrigo precisam ser projetados e construídos com infraestrutura adequada para receber as vítimas. Segundo Kasai (2016), jornalista japonês que realizou seu serviço no mega-desastre de tsunami de Sendai em 2011, as escolas precisam ser utilizadas para abrigos. Então, os prédios das escolas públicas necessitam sua arquitetura adequada para receber as vítimas.
- vii) A população não reconheceu a ocorrência desse desastre como uma combinação de diferentes fenômenos e suas consequências (escorregamentos e inundações), ainda que tenham repetidamente relatado que este evento foi “muito diferente” dos que geralmente ocorrem na região. Segundo a classificação dos desastres elaborada pelo CRED (Scheuren, 2008), os escorregamentos e as inundações fazem parte dos desastres hidrológicos, ou seja, esses ocorrem com precipitação intensa. Em outras palavras, eles ocorrem simultaneamente quando ocorre precipitação intensa. Dado isso, o mapeamento de perigo à inundação e a escorregamentos deve ser feito de modo integrado.
- viii) A característica multidisciplinar da equipe que compôs o Grupo de Trabalho foi de grande valia para que os esforços relatados no diagnóstico (DRH/SEMA e GPDEN/IPH/UFRGS, 2017) tivesse êxito. Além das diversas áreas de conhecimento abrangidas pelo documento (caracterização hidrometeorológica, identificação da mancha de inundação e caracterização dos escorregamentos), este trabalho mobilizou equipes de órgãos das esferas federal, estadual e municipal, que agiram de forma integrada durante a visita técnica. Entretanto, visando melhoria contínua, é preciso rever também o funcionamento do mesmo. Após a ocorrência do desastre até a realização da saída de campo, levou mais de uma semana. A formação da equipe interdisciplinar deve ser mais ágil, a fim de esclarecer os eventos ocorridos o mais breve possível. Para confirmar ou refutar algumas hipóteses, é preciso que a investigação seja imediata, como por exemplo, para verificar a formação de barramentos causados por escorregamentos. Para tanto, é imprescindível estar preparado sempre para quaisquer desastres naturais, sendo indispensável não só a frente de Proteção e Defesa Civil, mas também um grupo

de caráter permanente e interdisciplinar de técnicos capacitados a entender a dinâmica do evento, junto aos órgãos responsáveis pela gestão de desastres.

CONCLUSÕES

O gerenciamento de desastres naturais deve ser realizado a partir das quatro etapas descritas na PNPDEC (Brasil, 2012): prevenção, preparação, resposta e reconstrução. Estas etapas devem ser continuamente melhoradas a partir do avanço técnico-científico e das experiências com os desastres naturais.

As considerações contidas neste trabalho podem servir para a melhoria desses processos, evitando que futuros desastres causem os danos como os observados nesta ocorrência de Rolante-RS, e incentivando a gestão participativa de desastres naturais. Ou seja, incluindo cada vez mais a participação da comunidade a fim de minimizar os impactos causados por desastres.

A medida que a comunidade reconhece os perigos aos quais está exposta, a participação no gerenciamento de desastres pode ser mais efetiva. Além disso, é necessário investimento do poder público de modo a permitir o mapeamento de áreas susceptíveis a ocorrências de fenômenos naturais causadores de desastres, bem como o fornecimento de infraestrutura no momento da ocorrência do desastre para diagnóstico e resposta corretos.

A experiência do Grupo de Trabalho se mostrou positiva no sentido de integrar a atuação de técnicos das esferas federal, estadual e municipal. Igualmente, foi uma iniciativa pioneira de junção do Estado e da Academia no sentido de fornecer uma resposta à sociedade quando da ocorrência de um evento extremo.

REFERÊNCIAS

- BRASIL (2012) *Lei no. 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção de Defesa Civil.* Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm>. Acesso em 02 de novembro de 2012.
- SEMA; GPDEN/IPH/UFRGS (2017) *Diagnóstico preliminar.* Departamento de Recursos Hídricos da SEMA e Grupo de Pesquisa em Desastres Naturais do IPH/UFRGS. Porto Alegre: DRH/SEMA, 26p. Disponível em http://www.rs.gov.br/upload/20170125183225diagnostico_preliminar_gt_rolante_revfinal.pdf
- G1 (2017) *Prejuízo por enxurrada em Rolante é estimado em mais de R\$70 milhões.* Porto Alegre, RS. 12/01/2017. Disponível em <http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2017/01/prejuizo-por-enxurrada-em-rolante-e-estimado-em-mais-de-r-70-milhoes.html>
- KASAI, S. (2016) *Eu vim para cá (o local de desastre) para falar.* Tokyo: Shincho-bunko, 333p (em japonês).
- KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D.A.; MARCELINO, I.P.V.O.; MARCELINO, E.V.; GONÇALVES, E.F.; BRAZETTI, L.L.P.; GOERL, R.F.; MOLLERI, G.; RUDORFF, F. (2006) *Prevenção de desastres naturais: Conceitos básicos.* Curitiba: Organic Trading, 109 p.
- KOBIYAMA, M.; MICHEL, G.P.; GOERL, R.F. (2016) Historical views and current perspective of debris flow disaster management in Brazil. In: AVERSA, S.; CASCINI, L.; PICARELLI, L.; SCAVIA, C. (eds.) *Landslides and Engineered Slopes. Experience, Theory and Practice*, CRCPress/ Balkema, p.1189-1194.
- RENNÓ, C.D.; NOBRE, A.D.; CUARTAS, L.A.; SOARES, J.V.; HODNETT, M.G.; TOMASELLA, J.; WATERLOO, M.J. (2008) HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. *Remote Sens. Environ.*, 112 p.3469–3481.
- SCHEUREN, J-M.; WAROUX, O.P.; BELOW, R.; GUHA-SAPIR, D. (2008) *Annual Disaster Statistical Review: the Numbers and Trends 2007.* Brussels: CRED / Munich: MunichRe Foundation, 47p.